

UNION OF SOVIET SOCIALIST REPUBLICS

(19) **SU** (11) **1401626 A1**
(51)⁴ H04B 7/26

THE USSR STATE COMMITTEE

FOR AFFAIRS OF INVENTIONS AND DISCOVERIES

SPECIFICATION OF INVENTION to the Inventor's Certificate

(21) 4163159/24-10

(22) 19.12.86

(46) 07.06.88. Bull. № 21

(71) The Scientific and Research Center for Automation of Air Traffic Control

(72) V.Ya. Bondarenko and M.M. Maly

(53) 621.396.6(088.8)

(56) Development of JARPS or guardance material for air-ground data interchange channel for air-ground data interchange. Chamereliti Lizatron V.S. Cyebetine ADJSP-WP/100, 01.03.73.

(54) MOBILE RADIO COMMUNICATION SYSTEM

(57) The invention relates to radio communication engineering. An object of the invention is to improve the capacity of a radio communication channel. With keeping a predetermined time, a message depending upon a system load goes through vacant free-access or address-interrogation switches to a buffer memory unit that generates a message for transfer to the radio communication channel in accordance with a communication protocol. When messaging between a transceiver station and communication objects, a channel load varies depending upon a fly stage and information activity of subscribers of digital radio communications. A mobile number counter monitors a mobile number and outputs this number to a system load counter. Depending upon a number of mobiles and a number of message re-queries, dynamic algorithms for the messaging and radio communication channel controlling organization are used in the system. By analyzing a channel status and load, a terrestrial station determines a number of message collisions in the radio communication channel. To avoid collisions during simultaneous transmission of messages by several mobiles, a carrier is monitored for a time of acting to an airborne receiver. Transmission of a message takes place when a channel is vacant. To provide the time diversity of time moments when mobiles get on for communication, an airborne device includes a carrier frequency analyzer and a pseudorandom delay generator that provide delay for message transmission from mobiles. 2 Figs.

The invention relates to radio communication engineering and may be used for organization of digital communications in an automated air-ground data interchange system in

accordance with priority modes adopted in transmission of messages between airborne and terrestrial subscribers of digital communications.

It is an object of the invention to improve the capacity of a radio communication channel.

Fig. 1 is a functional diagram of a terrestrial transceiver station; and Fig. 2 is a functional diagram of an airborne transceiver station.

The terrestrial transceiver station comprises a receiver 1, a demodulator 2, a message decoder 3, a mobile address buffer register 4, a first AND gate 5, a message priority decoder 6, a priority message timer unit 7, a priority message register unit 8, a message distributor-switchboard 9, a mobile number counter 10, a system load counter 11, a free-access clock pulse generator 12, a time window shaper 13, an address-interrogation clock pulse generator 14, a delay line 15, a second AND gate 16, a free-access switch 17, a data delivery unit 18, an address-interrogation switch 19, a buffer memory unit 20, a re-query number counter 21, a reset pulse generator 22, a data logging unit 23, a modulator 24, and a transmitter 25.

The airborne transceiver station of the mobile radio communication system comprises an antenna switchboard 26, a receiver 27, a demodulator 28, an address decoder 29, a mode decoder 30, a data logging unit 31, a data delivery unit 32, a message register unit 33, a message priority coder 34, a message distributor-switchboard 35, a free-access switch 36, a clock pulse generator 37, an address-interrogation switch 38, a time relay 39, a delay line 40, a random number generator 41, a modulator 42, a transmitter 43, a carrier frequency analyzer 44, and a pseudorandom delay generator 45.

The mobile radio communication system operates as follows.

Messages received by the terrestrial receiver 1 from an air-ground channel are demodulated in the demodulator 2 and arrive at the message decoder 3 that is connected to the mobile address buffer register 4 where an address received in the message is identified in accordance with a communication protocol adopted in the system with mobile addresses stored in the mobile address buffer register 4. When a mobile address coincides with an address stored in a list, a control signal is supplied to the AND gate 5 from the mobile address buffer register 4, and the message arrives at the message priority decoder 6. Messages are ranked according to incoming data message priorities in accordance with priority ranks adopted in the mobile radio communication system using message shift registers wherein "1" is originally recorded to a low-order digit which corresponds to absence of messages. When messages arrive from a radio communication channel, said registers shift messages of corresponding queues and activate priority timers whose number is determined by a number of received message priorities in accordance with the communication protocol, said timers monitoring a time for a message to be in a queue of a respective priority rank. The priority message timer unit 7 determines an information "ageing" time, and if a message was not transferred to a communication channel for a certain time interval, then, it is "erased" or the buffer memory unit 20 sends a message retransmission request.

When keeping a predetermined time, a message depending upon a system load goes through the free-access switches 17 or the address-interrogation switches 19 to the buffer memory unit 20 that generates a message for transfer to the radio communication channel in accordance with the communication protocol.

When messaging between the terrestrial transceiver station and communication mobiles, a channel load varies depending upon a fly stage and information activity of subscribers of digital radio communications. The mobile number counter 10 continuously monitors a number of mobiles and outputs this number to the system load counter 11 that determines a communication channel load. Depending upon the number of mobiles and a number of radio communication channel message re-queries, dynamic algorithms for the messaging and radio communication channel controlling organization are used in the system. When the channel load is low, a mode of free access from mobiles is used, while overload in the channel results in that the system automatically transits to a mobile address-interrogation mode.

By analyzing a channel status and load in the mobile radio communication system, the terrestrial station determines a number of message collisions in the radio communication channel, and when this number becomes larger than a tolerance limit number, the system transits to an address-interrogation mode for ordering the operation of an air-ground data transmission channel. To avoid collisions during simultaneous transmission of messages by several mobiles, a carrier is monitored for a time of acting to an airborne receiver by service portions of messages, and transmission of a prepared message takes place only in case if a channel is vacant. To provide the time diversity of time moments when mobiles get on for communication after having found that the radio channel is vacant, an airborne device includes a carrier frequency analyzer and a pseudorandom delay generator that provide delay for message transmission from mobiles.

When the channel load is low, the system load counter 11 outputs a control signal to the free-access clock pulse generator 12 that sets a system operation cycle through the free-access switch 17 in the free-access mode.

When the system load becomes larger than a boundary load, the system load counter outputs a control signal through a trigger to turn on "a window" of the address-interrogation clock pulse generator 14 that sets a system operation cycle through the address-interrogation switch 19 in the address-interrogation mode. Only the terrestrial transceiver station can initiate communications in the address-interrogation mode; said station periodically interrogates mobiles in accordance with a list of mobiles stored in the address buffer register 4, and the mobiles cannot interrupt an interrogation cycle and transmit an alarm message on their own initiative. Therefore, the possibility is provided for operative transmission of alarm (urgent) messages from mobiles through the digital radio communication channel. If mobiles have generated messages for transmission and found that the radio channel is vacant, then, they inform other mobiles that a transmission cycle begins and randomly distribute a priority order of own transmission within this cycle. Using a radio channel carrier signal and synchronization pulses, each mobile counts a sum of transmission periods (without differentiation thereof into successful and non-successful)

and of empty periods (equal to one time window) of the priority order. When this sum coincides with a set priority order value, a mobile starts transmission of its own packet.

Let us consider aspects of using the system for transmission of alarm messages from mobiles in the free-access mode.

Let a respective command is generated by outputting from the buffer memory unit 20 to open ℓ windows for transmitting alarm messages from mobiles in the free-access mode. These windows are spaced from each other for the same spacing equal to T/ℓ . A duration t_0 of each window generally is a random value equal to a sum of K transmission periods and empty periods where K is constant, wherein $t_0 < T/\ell$. Thus, a time slot between two neighbor free-access window generation commands consists of two portions, the first portion being "a window" for transmission of alarm messages having a duration of t_0 from mobiles in the free-access mode and the second portion being "a window" for transmission of messages from the airborne transceiver in the address-interrogation mode.

The mobile communication system allows organization of transmission of "window" opening messages in both the mode of free accessing and the mode of address interrogating the mobiles using the time window shaper 13, the delay line 15, and the AND gate 16 that produce control signals to the buffer memory unit 20 for transmitting the "window" opening and closing messages to the mobiles. The reset pulse generator 22 resets the processed messages on respective priority registers in the priority message register unit 8. The re-query number counter 21 monitors a number of transmitted messages and a number of acknowledgements received from the mobiles, and transmits control signals to the system load counter 11. Further, the buffer memory unit 20 receives a message to be processed from the data delivery unit 18, generates service and information portions of the message, and transfers it to the modulator 24 and the transmitter 25 connected in series, where the message is transferred in accordance with a used modulation method to the radio communication channel for the mobiles. The airborne receiver is in a mode of reception at a frequency of f_1 (a frequency for transmission of an address message from the terrestrial transceiver station). When message has passed through the antenna switchboard 26, the receiver 27, and the demodulator 28, it arrives at the address decoder 29 where an address received in the message is identified in accordance with a mobile address stored in the address decoder. Further, the message is transferred to the mode decoder 30 where the received service portion of the message is decoded and a system operation mode is determined while the information portion is recorded to the data logging unit 31. After a mode sign is decoded, a control signal is supplied to the free-access switches 36 or the address-interrogation switches 38 that operate under control of the clock pulse generator 37. If the data delivery unit 32 has generated a message to be transmitted, said message is recorded to the message buffer register unit 33 and further arrives at the message coder 34 where the service portion of the message is generated and the priority is determined depending upon the priority levels of subscribers of digital communications. Furthermore, the message arrives at the message distributor-switchboard 35 that ranks the messages depending upon the transmission priority

order. Next, the messages are transferred to the free-access switches 36, or the address-interrogation switches 38 depending upon the system operation mode determined by the terrestrial transceiver station.

CLAIM

A mobile radio communication system comprising: at a terrestrial transceiver station: a receiver and a demodulator connected in series, a transmitter and a modulator connected in series, a data logging unit, a data delivery unit, first and second AND gates; and at an airborne transceiver station, an antenna switchboard, a receiver, a demodulator, and an address decoder connected in series, a modulator and a transmitter connected in series, an output of said transmitter being connected to an input of an antenna switchboard, a data logging unit and a data delivery unit, *characterized* in that, in order to improve the capacity of a radio communication channel, the terrestrial transceiver station includes: a message decoder, a mobile address buffer register, a mobile number counter, a system load counter, a free-access clock pulse generator, a free-access switch, and a buffer memory unit connected in series, a time window shaper and an address-interrogation clock pulse generator connected in series, a delay line, an address-interrogation switch, and a message priority decoder, a priority message register unit consisting of n priority registers, and a message distributor-switchboard connected in series by an n-digit bus, a priority message timer unit consisting of n timers, a re-query number counter, and a reset pulse generator, wherein an output of the demodulator is connected to an input of the message decoder whose output is connected to a first input of the first AND gate, a second output of the mobile address buffer register is connected to a second input of the first AND gate whose output is connected to an input of the priority message timer unit whose output is connected by the n-digit bus to a control input of the priority message register unit, a first output of the message distributor-switchboard is connected to a data input of the free-access switch and to a data input of the address-interrogation switch whose output is connected to a second input of the buffer memory unit, a second output of the message distributor-switchboard is connected to an input of the data logging unit, an output of the data delivery unit is connected to a third input of the buffer memory unit, an output of the re-query number unit is connected to a second input of the system load counter whose second output is connected to an input of the time window shaper whose

и, когда это число превысит предельно допустимое, то система переходит в режим адресного опроса с целью упорядочения работы канала передачи данных — воздух — земля. Чтобы избежать столкновений при одновременной передаче несколькими объектами сообщений осуществляется контроль несущей за время воздействия на бортовой приемник служебной части сообщений и передается подготовленное сообщение только в том случае, когда радиоканал свободен. Для того, чтобы разнести во времени моменты выхода на связь подвижных объектов в то время, когда они обнаружили, что радиоканал свободен, в бортовое приемопередающее устройство введены анализатор несущей частоты и генератор псевдослучайной задержки, которые обеспечивают задержку на передачу сообщений от подвижных объектов.

При низкой загрузке системы счетчик 11 загрузки системы выдает управляющий сигнал на генератор 12 тактовых импульсов свободного доступа, который задает цикл работы системы через ключ 17 свободного доступа в режиме свободного доступа.

При превышении загрузки системы граничной загрузки счетчик загрузки системы выдает управляющий сигнал для включения через триггер «окна» генератора 14 тактовых импульсов адресного опроса, который задает цикл работы системы через ключ 19 адресного опроса в режиме адресного опроса. В режиме адресного опроса инициатором связи может быть только наземная приемопередающая станция, которая в соответствии со списком подвижных объектов, хранящимся в буферном регистре 4 адресов, периодически опрашивает подвижные объекты, и они не могут по своей инициативе прервать цикл опроса и передать аварийное сообщение. Поэтому предусмотрена возможность оперативной передачи по цифровому каналу радиосвязи аварийных (экстренных) сообщений от подвижных объектов связи. Если подвижные объекты сформировали для передачи сообщения и обнаружили, что радиоканал свободен, то они информируют остальные подвижные объекты о начале цикла передачи и случайным образом распределяют очередность собственной передачи в этом цикле. Каждый из подвижных объектов, используя сигнал несущей в радиоканале и импульсы синхронизации, подсчитывает сумму периодов передачи (без дифференциации их на успешные и неуспешные) и свободных периодов очередности (равным одному временному окну). При совпадении этой суммы со значением установленной очередности подвижный объект начинает передачу собственного пакета.

Рассмотрим особенности применения системы для передачи аварийных сообщений от подвижных объектов в режиме свободного доступа.

Пусть за время, равное порогу ограничения T , формируется путем выдачи от буферного запоминающего блока 20 соответствующая команда на открытие ℓ окон для передачи аварийных сообщений от подвижных объектов в режиме свободного доступа. Эти окна отстоят на одинаковое расстояние друг от друга, равное T/ℓ . Длительность каждого окна t_0 в общем случае является случайной величиной, равной сумме K периодов передачи и свободных периодов, где K — величина постоянная, причем $t_0 < T/\ell$. Таким образом, интервал времени между двумя соседними командами на формирование окон свободного доступа состоит из двух частей: первая из них представляет собой «окно» для передачи от подвижных объектов аварийных сообщений в режиме свободного доступа, длительностью t_0 , а вторая — для передачи сообщений от наземного приемопередатчика в режиме адресного опроса.

Система связи с подвижными объектами позволяет организовать передачу сообщений на открытие «окон» как в режиме свободного доступа, так в режиме адресного опроса подвижных объектов связи с использованием формирователя 13 временного окна, линии 15 задержки и элемента И 16, которые вырабатывают управляющие сигналы в буферный запоминающий блок 20 для передачи сообщения на подвижные объекты по открытию и закрытию «окон». Генератор 22 импульсов сброса производит в блоке 8 регистров приоритетных сообщений сброс обработанных сообщений на соответствующих регистрах приоритетов. Счетчик 21 числа переспросов контролирует количество переданных сообщений и число подтверждений, полученных от подвижных объектов, и передает управляющие сигналы в счетчик 11 загрузки системы. Далее буферный запоминающий блок 20 получает предназначенное для передачи сообщение от блока 18 выдачи данных, формирует служебную и информационную части сообщения и передает его на последовательно соединенные модулятор 24 и передатчик 25, где в соответствии с используемым методом модуляции сообщение передается в канал радиосвязи для подвижных объектов. На борту приемник находится в режиме приема на частоте f_1 (частота передачи опросного сообщения от наземной приемопередающей станции). После прохождения сообщения через антенный коммутатор 26, приемник 27, демодулятор 28 оно поступает в дешифратор 29 адреса, где происходит идентификация принятого в сообщении адреса с адресом подвижного объекта, хранящимся в де-

шифраторе адреса. Далее сообщение передается в дешифратор 30 режима, где происходит дешифрация полученной служебной части сообщения и определяется в каком режиме работает система, и информационная часть сообщения записывается в блок 31 регистрации данных. После дешифрации знака режима подается управляющий сигнал на ключи 36 свободного доступа или ключи 38 адресного опроса, которые работают под управлением генератора 37 тактовых импульсов. Если блок 32 выдачи данных сформировал сообщение для передачи, то оно записывается в блок 33 буферных регистров сообщений и далее поступает на шифратор 34 сообщений, где происходит формирование служебной части сообщения и определяется приоритет в зависимости от уровня приоритета абонентов цифровой связи. Далее сообщение поступает на коммутатор-распределитель 35 сообщений, который в зависимости от уровня приоритета ранжирует их по очередности на передачу. Затем сообщения передаются на ключи 36 свободного доступа или ключи 38 адресного опроса в зависимости от режима работы системы, который определяется наземной приемопередающей станцией.

Формула изобретения

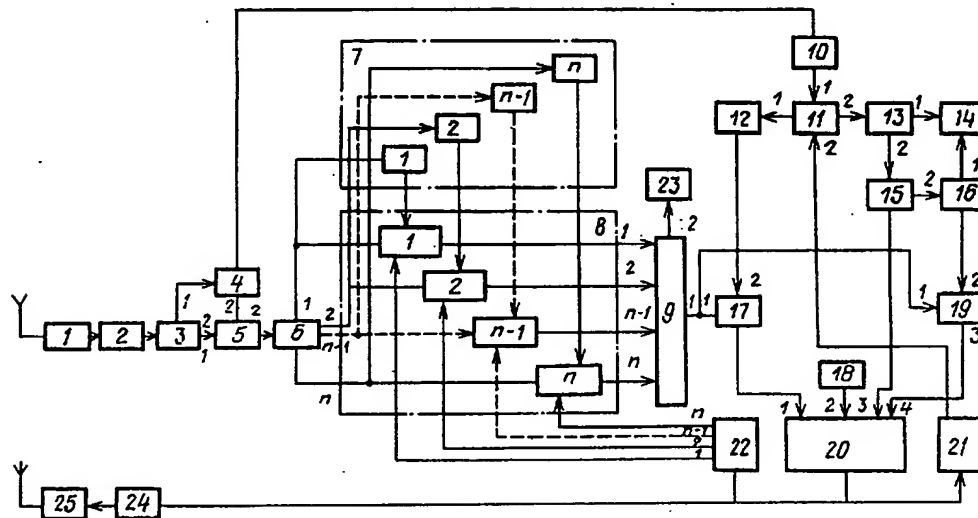
Система радиосвязи с подвижными объектами, содержащая в наземной приемопередающей станции последовательно соединенные приемник и демодулятор, последовательно соединенные передатчик и модулятор, блок регистрации данных, блок выдачи данных, первый и второй элементы И, в бортовой приемопередающей станции последовательно соединенные антенный коммутатор, приемник, демодулятор и дешифратор адреса, последовательно соединенные модулятор и передатчик, выход которого соединен с входом антенного коммутатора, блок регистрации данных и блок выдачи данных, отличающаяся тем, что, с целью повышения пропускной способности канала радиосвязи, в наземную приемопередающую станцию введены последовательно соединенные дешифратор сообщений, буферный регистр адресов подвижных объектов, счетчик числа объектов, счетчик загрузки системы, генератор тактовых импульсов свободного доступа, ключ свободного доступа и буферный запоминающий блок, последовательно соединенные формирователь временного окна и генератор тактовых импульсов адресного опроса, линия задержки, ключ адресного опроса, последовательно соединенные п-разрядной шиной дешифратор приоритетов сообщений, блок регистров приоритетных сообщений, состоящий из п регистров приоритетов, и коммутатор-распределитель сообщений, блок таймеров при-

оритетных сообщений, состоящий из п таймеров, счетчик числа переспросов и генератор импульсов сброса, причем выход демодулятора соединен с входом дешифратора сообщений, выход которого соединен с первым входом первого элемента И, второй выход буферного регистра адресов подвижных объектов соединен с вторым входом первого элемента И, выход которого соединен с входом дешифратора приоритетов сообщений, выход которого соединен п-разрядной шиной с входом блока таймеров приоритетных сообщений, выход которого соединен п-разрядной шиной с управляющим входом блока регистров приоритетных сообщений, первый выход коммутатора-распределителя сообщений соединен с информационным входом ключа свободного доступа и с информационным входом ключа адресного опроса, выход которого соединен с вторым входом буферного запоминающего блока, второй выход коммутатора-распределителя сообщений соединен с входом блока регистрации данных, выход блока выдачи данных соединен с третьим входом буферного запоминающего блока, выход счетчика числа переспросов соединен с вторым входом счетчика загрузки системы, второй выход которого соединен с входом формирователя временного окна, второй выход которого соединен с входом линии задержки, первый выход которой соединен с первым входом второго элемента И, выход генератора тактовых импульсов адресного опроса соединен с вторым входом второго элемента И, выход которого соединен с управляющим входом ключа адресного опроса, выход линии задержки соединен с четвертым входом буферного запоминающего блока, выход которого соединен с входами модулятора, счетчика числа переспросов и генератора импульсов сброса, выход которого соединен п-разрядной шиной с входом сброса блока регистров приоритетных сообщений, в бортовую приемопередающую станцию введены последовательно соединенные п-разрядной шиной блок регистров сообщений, шифратор приоритетов сообщений и коммутатор — распределитель сообщений, последовательно соединенные генератор тактовых импульсов, ключ адресного опроса, реле времени, линия задержки и генератор случайных чисел, дешифратор режима, последовательно соединенные анализатор несущей частоты, генератор псевдослучайной задержки и ключ свободного доступа, причем выход дешифратора адреса соединен с входом дешифратора режима, первый выход которого соединен с входом блока регистрации данных, второй и третий выходы дешифратора режима соединены с вторым входом соответственно ключа адресного опроса и ключа свободного доступа, выход блока выдачи данных соединен п-разрядной шиной

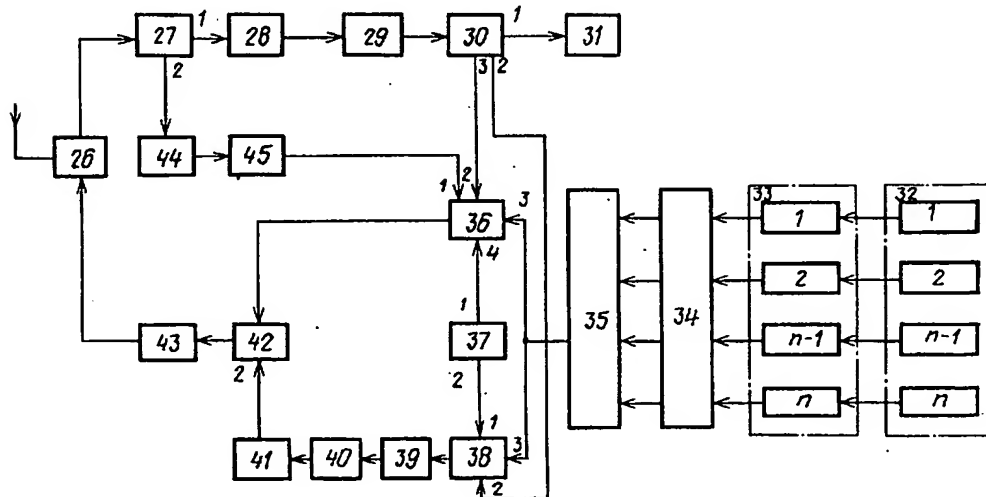
с входом блока регистров сообщений, выход коммутатора-распределителя сообщений соединен с третьим входом ключа адресного опроса и с третьим входом ключа свободного доступа, второй выход генератора тактовых импульсов соединен с

5

четвертым входом ключа свободного доступа, выход которого соединен с первым входом модулятора, выход генератора случайных чисел соединен с вторым входом модулятора, второй выход приемника соединен с входом анализатора несущей частоты.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор Л. Зайцева
Заказ 2541/56

Составитель А. Александров
Техред И. Верес
Тираж 660

Корректор О. Кравцова
Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4